

SDRで宇宙の電波を受ける/Advent Calendar のススメ

島田 和彦 (国立天文台 アルマプロジェクト)

概要 (Abstract)

以下2つのテーマについて発表した。(1) SDR(Software Defined Radio) を利用して水素 H+(1.4GHz) の電波の受信を試行した。通信販売で簡単に購入できる機器や部材を利用し、既存のソフトウェアを利用して天の川近辺の 1.4GHz 電波の受信を行ったところ、それと思われる電波の受信に成功した。(2) Advent Calendar は毎年 12 月にインターネット上で開催される主に情報技術に関する記事を中心とする記事投稿祭である。天文学と情報科学の親和性は高く、天文コミュニティからのアウトプットの機会として非常に有用であると考ええる。

1. SDR で宇宙の電波を受ける

1.1 はじめに

筆者は 2021 年よりアルマプロジェクトに参加し、観測データ解析プログラムの開発に従事しているが、電波天文学の基礎知識は全くないと言ってよく、まず宇宙から電波が来ているという事を感覚として掴めていなかった。そこで実際に宇宙電波を受信する事を検討した。実際に宇宙電波を受信する著名な例として前田 [5][6] が挙げられるが、これらは 30~50MHz の電波をターゲットとし、エレメント長 $\lambda/2$ (2.5m~) のダイポールアンテナを適切な反射面をもって設置しなければならず、自宅に設置する事が前提の発表者の環境では追試が難しい。調査検討を進める中で、アンテナが小規模で済む水素 21cm 線電波 (1.42GHz) の SDR(Software Defined Radio) での受信例を RTL-SDR.com[1] で発見した。SDR はソフトウェアにより通信方式を切り替えられる無線通信技術であり、広帯域の電波をパソコンでデータ処理する事ができる。自宅でかつローコストでの試行が実現できる見通しが立ち、これをターゲットとする事とした。

1.2 システム構成

1.42GHz 電波を SDR で受信するにあたり必要なものは、アンテナ、ローノイズアンプ (LNA)、バンドパスフィルタ (BPW)、そして SDR ドングルである。アンテナはパラボラアンテナ・ホーンアンテナ・ヘリカルアンテナの3種類を候補として検討し、設置面積が狭く構造上の強度が出し易いことから、ヘリカルアンテナを選択し製作した。ヘリカルアンテナの設計パラメータは設計サイト [2] を利用して決定し、素材はホームセンターや通販サイトで揃えて製作した。実際に制作したアンテナを図 1 に示す。LNA 兼 BPW は Nooelec 社 SAWBird+ H1 を、SDR ドングルは RTL-SDR を入手し利用する事とした。

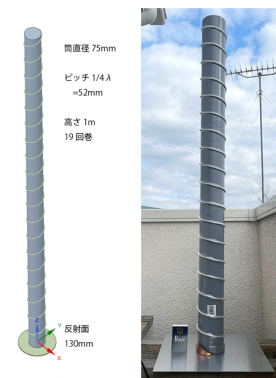


図 1 アンテナ概要図とアンテナ



図 2 RTL-SDR と SAWbird+H1

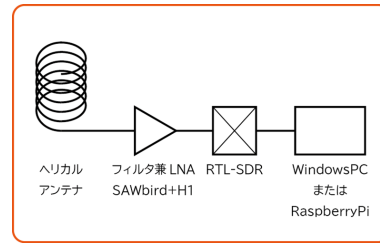


図 3 システム図

受信システムの全体図を図 3 に示す。データ処理を行うソフトウェアは既存のものあるいは GitHub で公開されているものをいくつか評価したところ、SDRSharp[3]、rtlob[4] という 2 つのソフトウェアで受信データを適切に解析・積分しグラフ化する事ができた。

1.3 結果

図 3 のシステムで観測を行い、各ソフトウェアで取得したグラフを図 4、図 5、図 6 に示す。図 4 は天の川に向けて観測し SDRSharp で FFT 解析・積分した結果であるが、1.42GHz 近辺にピークを見られる。図 5 は天の川付近、図 6 は天の川を外して観測した Power Spectral Density のグラフであるが、1.42GHz に大きな差が見られる。ただし発表までの期間の都合上、観測はほぼ 1 日に限られたため、本来であれば日周運動による差を見るべきであり、正しい結果であるとはこの結果からは言う事ができない。今後の課題となる。

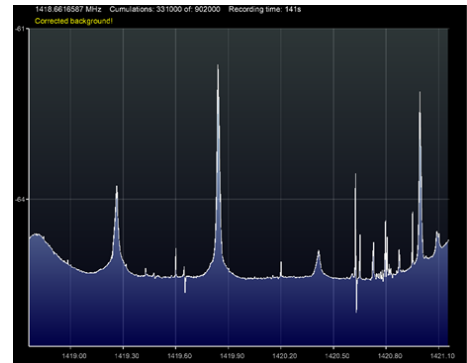


図 4 SDRSharp での観測結果

1.4 まとめ

本稿では 21cm 線電波の受信を比較的簡単にトライした。今後の課題として、まずは取得したデータの確からしさを検証すべきである。質疑では電波表を見て確認すべきというご意見を頂戴した。また、アンテナを変えて観測する事も検討すべきである。今回は取り回しのし易さからヘリカルアンテナを用いたが、パラボラアンテナを使った観測が最も電波を受信し易いのご意見も頂いた。

電波が水素 21cm 線由来であることを明らかにしたら、次にアンテナの向きを把握・制御し、複数本のアンテナを用いて干渉計を構築することも考えたい。

参考文献

- [1] <https://www.rtl-sdr.com/category/radio-astronomy-2/>.

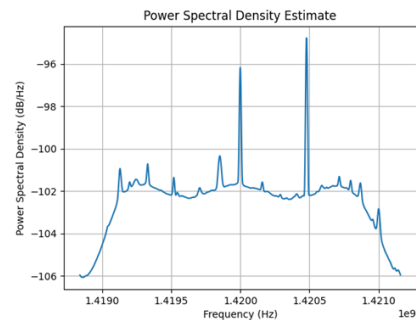


図 5 rtlobs での観測結果①

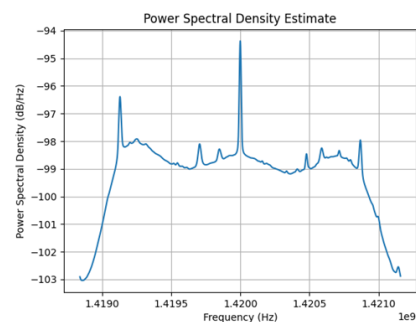


図 6 rtlobs での観測結果②

- [2] <http://jcoppens.com/ant/helix/calc.en.php>.
- [3] <https://airspy.com/download/>.
- [4] <https://github.com/evanmayer/rtlobs>.
- [5] 前田耕一郎. 簡単な電波望遠鏡による低周波電波天文学. 天文月報, 1989-1990.
- [6] 前田耕一郎. 電波の宇宙. コロナ社, 2002.

2. Advent Calendar のススメ

Advent Calendar とはインターネット上で毎年クリスマス前に行われる記事投稿祭であり（本来の Advent Calendar とはキリスト教圏でのクリスマスを祝う風習の一つである）、日本語圏の情報技術コミュニティで特に近年盛り上がりを見せている。Advent Calendar は一つのテーマに対してコーディネーターが自発的にカレンダーを作成し、参加者が自発的に記事を書く事で成立する。カレンダーのテーマは様々であり、注目度の高い技術やプログラム言語の Tips、企業・大学・研究室単位、学問、経験・失敗談 Tips など様々なカレンダーが毎年立ち上がっている。詳細については実際に「Advent Calendar」で検索し確かめていただきたい。

日	月	火	水	木	金	土
28	29	30	1 @c60evaporator 自派大手企業のバフボエンジニア事情をPythonで無理やり改善する	2 @Supu マイクラソフト上に道路をPythonから自動生成して遊ぶ	3 @seigot とあるゲームにてバトルが始まる時のフェードアウト表現（無い様な場面を切りながら挿入する）を無理やり試してみよう	4 @hoshi_kouki pythonでCSVレコードをモデルに実装
5 @crusk Python clickの至極知られていない機能	6 @simonritchie SVGベースのPythonフロントエンドライブラリを作っているという話	7 @simonritchie Python/デフォルト値を持つ引数の前にはアスタリスクを付けておくという話	8 @intel0w5727 python 3.10からの新機能 match-case を使ったif文置き換えの紹介	9 @whitpdx ブラウザで動くリアルタイム画像音声処理アプリをStreamlitでサクッと作る	10 @okpingu109 pythonでcssにある媒体属性から一気に属性を抽出する(画像認識)	11 @nakagami Ch2 (と Apache Distro) の pure python トライバー
12 @Altaka4128 3次元の弾道性能解析をpythonで実装する(6面体真面目)	13 @ebenben Pythonでcompassメソッドを学習的実装する	14 @saka212 DockerのjupyterLabとjovianを使う	15 @kuro_take マンカの自研をネカボシ判定してみた(Python)	16 @bluepost59 Pythonだけでweb開発したい！～99%Pythonだけでwebアプリを作る～	17 @yukinarit 嵐ベースで気持ちよくいえる超巨大コマンドラインパーサーopapeを作っています	18 @daiikatsuragawa 機械学習における反復的学習 (Counterfactual Explanations) を実装するライブラリ「DICE」を満員したサービス開発についての考察
19 @okateru ディープラーニングの際に個人的によく使うpythonコードまとめ	20 @kaizen_nagoya dockerでpython	21 @shinyorke 新しいばばんオスメシたいPython系2022	22 @n_slender 連番のシステムがgitに対応してなくてもやりくりする方法	23 @my7760 Pythonで楽な文字コード	24 @tsukumijima Pyinstallerより圧倒的に使われているNuitkaの使い方とハマったポイント	25 @brutus Pythonで楽なサイバーセキュリティプログラミン

図 7 Python Advent Calendar 2021 の例

Advent Calendar で公開されている記事の方向性として、技術的に面白い事をしているが発表の場は特になく、フォーマルな内容ではないがどこかの誰かの役には立つかもしれない、といった内容のものが多く。そういった記事を「クリスマスまで」という締め切りを設けて皆で書くという祭りである。

天文学は情報科学との結合度が高いのは天文コミュニティには自明だが、外から見ると決してそうではない。情報科学が解決できる問題が天文学には山ほどあり、それは IT エンジニアにとっても「面白い」はずである。そういった外部のエンジニアに対して、例えば「情報天文 Advent Calendar」で天文学関連技術の面白さを訴求するのはどうでしょう、という提案である。